

# Application of GNSS Measurement Technology in Gas Pipeline Measurement

Yue Yang

Beijing Dingxin New Technology Co., Ltd., Beijing, 100013, China

## Abstract

With the development of social economy, the urban construction has been strengthened, and the quality of underground pipeline construction has put forward higher requirements. Based on this, it is necessary to optimize the application of modern geographic information data, such as GNSS control network measurement technology, and build a high-precision data measurement model to carry out the accuracy of urban gas pipeline laying work. Among them, the GNSS measurement technology plays an important role in the gas pipeline positioning, topographic survey, safety monitoring and other work, and creates good conditions for the accurate and efficient development of the gas pipeline measurement work. This paper mainly analyzes the application points of GNSS measurement technology in gas pipeline measurement, so as to improve the level of gas pipeline measurement, give full play to the function of GNSS measurement technology, and provide technical support for the accurate positioning and safety guarantee of gas pipeline.

## Keywords

GNSS measurement technology; gas pipeline; measurement

## GNSS 测量技术在燃气管线测量中的应用

杨月

北京市鼎新技术有限责任公司, 中国·北京 100013

## 摘要

随着社会经济的发展, 城市建设力度加大, 同时对地下管线建设质量提出了更高的要求。基于此, 要对现代化的地理信息进行优化应用, 如GNSS控制网测量技术, 并构建高精度的数据测量模型, 为城市燃气管线铺设工作的精准性开展。其中, GNSS测量技术在燃气管线定位、地形测量、安全监测等工作中发挥了重要作用, 为燃气管线测量工作的精准性、高效化开展创建良好条件。论文主要对GNSS测量技术在燃气管线测量中的应用要点进行分析, 从而提升燃气管线测量水平, 充分发挥GNSS测量技术的功能作用, 为燃气管线的精准定位和安全保障提供技术支持。

## 关键词

GNSS测量技术; 燃气管线; 测量

## 1 引言

在城市燃气管线测量工作中引入 GNSS 测量技术, 要构建城市 CORS 系统、GNSS 网络、GNSS 高程测量等系统, 实现空间地理定位的精准性开展。GNSS 测量技术具有较高的动态性、连续性优势, 能够实现测量数据的高效处理, 为城市燃气管线铺设工作的开展提供地面信息和空间信息, 优化动态定位监测服务。在具体应用中, 需要设置多个基准站, 实现被测区域的全面覆盖, 从而保障测量精度, 同时也需要建立流动站, 实现定位结果的精准度。该方式定位准确, 测站间不需要通视, 成本较低, 节省时间, 可以实现连续性作业, 在城市燃气管线测量中发挥了重要作用。

【作者简介】杨月(1991-), 男, 中国北京人, 本科, 工程师, 从事工程测量研究。

## 2 GNSS 测量技术

GNSS 测量技术, 即全球导航卫星系统, 能够为用户提供三维坐标、速度和时间等参数, 为城市测量工作的创新开展提供了技术支持。在该技术应用中, 可以对多个卫星的信号进行同步接收, 且在三角定位原理基础上, 对接收器的位置进行精准计算, 从而优化信号处理, 强化导航定位目标的实现。该技术具有良好的应用优势, 测量结果精度较高, 能够进行自动化、连续性测量, 且可以为用户提供实时性导航行为信息。在城市燃气管线测量作业中对 GNSS 技术进行应用, 不需要两个测站之间通视, 能够实现测量工作的灵活性, 减少周边各种因素对信号的干扰<sup>[1]</sup>。该技术能够保障定位准确性, 且能够实现长距离测量, 尤其是在实时动态定位技术支持下, 能够达到毫米级定位精度; 该技术能够节省时间, 测量速度较快, 尤其在快速静态定位技术支持下, 能够

有效缩短测量时间；能够实现持续性、全天候作业，不会收到时间、地点、气候等因素的影响；方便操作，该技术具有较强的自动化，且接收机体积较小，能够进行自动化观测测量。该技术的智能化水平较高，能够构建三维地形模型，为燃气管线规划和设计创建良好的数据基础。由此可见，在城市燃气管道测量工作中引入 GNSS 技术，能够保障管道安装工作的安全性，避免出现安装偏差问题，且能够提高管道正常运行时间，有效控制管道故障问题，且能够节约管理成本，可以实现自动化实时监测，提升管理效率，在管道安装、运营、维修和修复工作中发挥了重要作用。其中，GNSS 测量技术应用原理如图 1 所示。

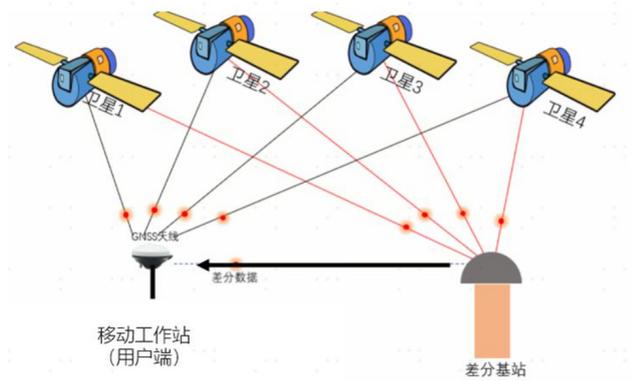


图 1 GNSS 测量技术原理

### 3 GNSS 测量技术在城市燃气管线测量中的应用方法

#### 3.1 数据采集

在燃气管线测量作业前，需要对各类数据进行全面采集，如测绘材料、地下管线材料、规划材料等。其中，在对测绘材料进行采集时，需要充分发挥 GNSS 测量技术的功能作用，对地形图、控制点的相关参数进行精准测量；地下管线材料需要工作人员调阅历史资料，或者通过现场勘查等方式获得，如设计图、竣工图、管线分布图；规划材料即路网规划材料，为管线施工提供指导<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 外业调查

在燃气管线测量工作中，需要利用 GNSS 测量技术，深入现场开展实地搜索、检查工作，以便详细了解地下管线分布情况，并掌握管线使用属性，并对测量数据进行精准测量，在城市基本图件中标注，实现各类参数的数据化处理。然后把数据处理结果与现有的图纸等进行对比分析，从而为后续燃气管线定位、敷设提供依据<sup>[3]</sup>。

#### 3.3 控制测量

随着城市建设进度的加快，城市管线类型、数量越来越多，如上水线路、下水线路、电力、通讯管路等，且这些管线都是沿着城市道路铺设。而且不同的管线分布等级存在一定的差异性，包含一级、二级、三级，不同等级的管线需

要按照相应的水准开展实际测量。在燃气管线测量中，要利用 GNSS 测量技术，实现高效化的控制测量工作，进一步提升测量精度<sup>[4]</sup>。

#### 3.4 数据处理

在城市燃气管线测量工作中，需要把外业测量数据和内业数据进行有效融合，实现点、线等各类数据的有效关联，同时要对被测数据进行合理编码，严格按照相关规则依次开展管线勘测工作，实现管线数据、种类的精准划分，并构建数据化处理平台，构建数据库，实现测量数据的高效化处理和存储，定期更新数据库，保障燃气管线测量数据的时效性<sup>[5]</sup>。

### 4 GNSS 测量技术在燃气管线测量中的应用实践

#### 4.1 管线定位中的应用

在燃气管线定位环节中，需要对实时动态定位技术进行优化应用，主要是因为该类技术能够同步接收若干个卫星的信号，并与地面基站数据联合应用，对实时定位精准控制在毫米级，从而实现管线位置的精准定位，且能够提高工作效率，为管线安装、维护与运营管理提供全面的数据依据。在实时动态定位技术应用中，需要按照相关规定搭建 RTK 基站，并配备专业测量设备，实现管线位置数据的精准测量和采集。RTK 技术的灵活性较强，具有较高的自动化、智能化水平，且可以进行动态化、实时性测量，能够对管线位置、走向变化进行实时反映，为燃气管线安全监测预警提供保障<sup>[6]</sup>。其中 GNSS RTK 平面控制点检核测量技术要求如表 1 所示。此外，还可以对静态测量与数据处理技术进行优化应用，即对各类卫星信号进行持续性接收，从而为燃气管线精准定位提供数据依据；还需要引进专业算法和软件，实现位置信息的优化处理，如坐标转换、数据滤波、误差修正等，保障燃气位置信息的精准性。此外还可以结合水准测量、角度测量等技术，构建数据分析模型、三维地形模型、管线变形监测模型等，实现施工场地地形、地面、变形等情况的全方位、深入化分析，并对未来发展趋势进行科学预测，实现风险评估、安全监测工作的有序开展。

表 1 GNSS RTK 平面控制点检核测量技术要求

等级 <sup>o</sup>	边长检核 <sup>o</sup>		角度检核 <sup>o</sup>		导线联测检核 <sup>o</sup>	
	测距中误差(mm) <sup>o</sup>	边长较差的相对中误差 <sup>o</sup>	测角中误差 <sup>o</sup> (")	角度较差限差 <sup>o</sup> (")	角度闭合差 <sup>o</sup> (")	边长相对闭合差 <sup>o</sup>
一级 <sup>o</sup>	15 <sup>o</sup>	1/14, 000 <sup>o</sup>	5 <sup>o</sup>	14 <sup>o</sup>	16√n <sup>o</sup>	1/10, 000 <sup>o</sup>
二级 <sup>o</sup>	15 <sup>o</sup>	1/7, 000 <sup>o</sup>	8 <sup>o</sup>	20 <sup>o</sup>	24√n <sup>o</sup>	1/6, 000 <sup>o</sup>
三级 <sup>o</sup>	15 <sup>o</sup>	1/4, 000 <sup>o</sup>	12 <sup>o</sup>	30 <sup>o</sup>	40√n <sup>o</sup>	1/4, 000 <sup>o</sup>
图根 <sup>o</sup>	20 <sup>o</sup>	1/2, 500 <sup>o</sup>	20 <sup>o</sup>	60 <sup>o</sup>	60√n <sup>o</sup>	1/2, 000 <sup>o</sup>

#### 4.2 地形测量中的应用

在燃气管线测量中，要对地形数据进行全面采集和分析，尤其可以利用 GNSS 测量技术，获得更加精准性、全面性的地形数据。在具体操作中，需要利用 GNSS 接收机，对地面基点的三维坐标进行动态采集，为工作人员提供更加

精准全面的地形数据,为燃气管线工程规划和设计提供数据支持。通过地形数据的采集和分析,能够对被测区域的地形起伏、坡度、坡向等特征进行详细了解,以便对各类地形情况下燃气管线的稳定性进行综合性评估和判断。此外还可以联合地理信息系统技术,实现地形数据与燃气管线数据的叠加分析,以便对被测区域的地形情况进行可视化呈现,进而优化管线工程的高效管理<sup>[7]</sup>。在数据处理过程中,要利用科学合理的数据处理软件,实现原始数据的高效处理和解算,保障地形数据的精准呈现。此外还需要构建地形分析模型,如数据高程模型技术构建地形模型,精准计算和评估坡度、坡向参数,为管线安全运维管理提供保障。在燃气管线测量中,还需要构建三维地形模型,以便精准描绘地表起伏、沟壑、建筑物等特征,从而优化管线布局、设计和规划。尤其要利用实时动态定位技术,对被测点的三维坐标进行动态采集,同时结合静态测量与数据处理技术的联合应用,实现地形数据的高效化、精准化处理,且能够联合大数据技术,对地形数据深入挖掘,提取有价值的信息,为管线安全监测和预警提供数据支持。

#### 4.3 安全监测中的应用

在燃气管线测量、安装作业中,需要做好全过程安全监测工作,尤其要动态监测管线变形情况,并在GNSS技术支持下,构建预警系统,实现燃气管线微小形变的动态监测,同时还需要构建数据分析模型,为未来变形趋势进行科学预测,及时发现潜在隐患,进而优化管线敷设方案。在实际工作中,需要结合燃气管线工程具体情况,优化部署GNSS监测站,以便对燃气管线变形数据进行自动收集,并导入到数据分析模型中,及时发现潜在隐患,从而提升燃气管线运行安全<sup>[8]</sup>。通过GNSS变形监测与预警系统的应用,能够充分发挥其自动化、智能化优势,对历史数据、实时数据进行对比分析,结合实际情况,自动调整预警阈值,以便对安全隐患进行精准预测。同时还需要GNSS技术与相关传感器进行联合应用,以便对管线压力、温度等多源数据进行智能融合与分析,并形成综合性的监测预警系统,从而全面化、动态化地监测燃气管线安全现状,一旦出现数据异常

情况,系统就会自动发出预警信号,并通知工作人员,保障燃气管线的安全运行。

## 5 结语

综上所述,为了提升燃气管线测量水平,需要对GNSS测量技术进行优化应用,进一步提高测量精度和效率,实现燃气管线的精准定位,为后续管线管理、维修提供数据支持。在未来发展中,高精度定位技术的逐渐突破,能够对测量精度控制在毫米级,且能够对大数据处理技术、先进算法和模型进行融合应用,实现燃气管线的智能化、自动化管理,保障燃气管线安全运行。此外,在GNSS测量与遥感技术、激光雷达、无人机航拍等技术的联合应用下,可以获得更加全面精准的空间信息,对燃气管线安全状况进行科学预测和评估,进而优化管理决策,保障燃气管线工程的高效化进行。

## 参考文献

- [1] 武矿超,申文斌,李立弘.GNSS频移法测定重力位研究进展与展望[J/OL].武汉大学学报(信息科学版),1-21[2024-07-16].<https://doi.org/10.13203/j.whugis20240161>.
- [2] 杨波.地下燃气管线工程跟踪测量探讨及其应用[J].上海煤气,2023(3):8-11.
- [3] 于雷,曲岩.城市地下燃气管线测量实践与研究[C]//2021第五届燃气安全交流研讨会论文集(上册),2023.
- [4] 杨昆仑,彭方辉.蒲城县供水管线测量拟合高程与精化高程一致性检验[J].测绘技术装备,2020,22(3):17-19+23.
- [5] 施艇.关于城市地下燃气管线工程测量相关技术问题分析[J].化工管理,2017(17):172.
- [6] 夏定辉,杨宁,田强.基于重庆GNSS综合服务平台的北斗增强系统在管线普查成果质检中的应用探讨[C]//卫星导航定位与北斗系统应用2016——星参北斗位联世界.重庆市地理信息中心,2016.
- [7] 李斌.城市地下燃气管线工程测量相关技术问题浅析[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2016(2):85.
- [8] 连光辉.基于GNSS网络RTK和似大地水准面精化的区域管线普查控制测量实践与应用[J].福建建设科技,2014(2):72-74.